

Design de produtos “linha branca” com compósitos de madeira / plástico: Proteção ambiental e pessoal

*Design of products "White Line" with wood-plastic composites: Environmental
Protection and personal*

Sônia M^a Assunção Veronezeⁱ

Dalton Razeraⁱⁱ

Design, Compósitos Madeira / Plástico, Eletrodomésticos “linha branca”.

Esta pesquisa será referente à aplicação de compósito de madeira / plástico na indústria de eletrodomésticos de “linha branca”, como opção de um novo tipo de material a ser utilizado além da tradicional chapa de aço pré-pintada. Para obtenção deste compósito serão utilizadas partículas homogêneas de *Pinus spp.* e resinas Melamina-Uréia-Formaldeído. O processo de produção que será utilizado é a moldagem por compressão e será através de moldes (metálicos) macho e fêmea, a quente, e com temperaturas solicitadas nas especificações técnicas para cura dos polímeros. Serão realizados ensaios com o desenvolvimento de um gabinete com compósito de madeira / plástico para uma adega refrigerada, e com este produto será possível apontar os benefícios no aspecto ambiental e também para a segurança dos usuários destes produtos, pois a madeira e plástico são isolantes elétricos.

Design, Composite Wood / Plastic, white Appliances.

This research is related to the application of composite wood / plastic in the industry of home appliances in white, as an option of a new type of material to be used beyond the traditional plate of pre-painted steel. To achieve this composite will be used homogeneous particles of Pinus spp. and resins Melamine-urea formaldehyde. The production process used will be compression molding through using molds (metal) male and female, heat, with temperatures in the technical specifications required to cure the polymer. Tests will be conducted with the development of an cabinet with composite wood / plastic for a refrigerated wine cellar, and with this product you can point out the benefits in the environmental aspect and also for the safety of users of these products, as wood and plastics are electrical insulators .

1 Introdução

Toda manufatura com madeira produz resíduos, e na extração da tora já são gerados vários resíduos florestais como folhas, galhos e frutos que aumentam com a produção da madeira serrada e a manufatura de seus produtos (JANKOWSKY, 2005).

A geração destes resíduos no setor madeireiro se torna inevitável e desperta com grande frequência interesses de pesquisadores e de empresários, pois a fabricação de compósito madeira / plástico se torna uma das alternativas de uso destes resíduos gerados pela indústria madeireira, sendo uma forma de reutilizar estes resíduos e de colocá-los novamente na cadeia produtiva (YAMAJI, 2004).

Está se tornando notória a participação do Brasil na fabricação de painéis de madeira reconstituída e de celulose (ABIPA, 2008). Como consequência disto, e dos trabalhos com madeira maciça, o Brasil possui uma produção de resíduos de madeira em nível considerável, o que já permite para o país exportar resíduos, e como exemplo o ano de 2007 apresentou um acréscimo nas exportações dos resíduos, como composto de cavaco, serragem e resíduos de madeira em geral, de 5,78% se comparado com o ano de 2006 (MDIC, 2007).

Além do aspecto econômico, o uso dos resíduos na produção de compósito madeira / plástico tem um reflexo importante no aspecto ecológico, pois a incorporação da madeira significa uma substituição no uso de materiais plásticos por material renovável (YAMAJI, 2004).

Paralelamente ao crescimento do número de fabricação da indústria madeireira e dos seus inevitáveis resíduos, está o crescimento das compras e da fabricação no setor de eletrodomésticos, que começaram a ser mais intensas a partir dos anos 90, sendo crescente o número das vendas de eletrodomésticos chamados “linha branca” no Brasil (CUNHA, 2003).

Equipamentos domésticos, como os eletrodomésticos, facilitam a vida moderna, mas, o mau uso da eletricidade, as condições precárias das instalações na maioria das residências, além de um número mínimo de casas e apartamentos que são dotados das condições ideais de aterramento, geram riscos constantes de choques elétricos ao ocorrer algum distúrbio no circuito elétrico e esta energia ser conduzida para a carcaça do aparelho que é fabricada em material condutor como o aço (ABRACOPEL, 2009).

Desta forma, esta pesquisa pretende realizar experimentos através de moldagem a quente de gabinete para um produto da “linha branca”, com a utilização de resíduos de madeira *pinus s.pp.* e Melamina-Uréia-Formaldeído. Após a realização do protótipo será estudado o isolamento elétrico e térmico destas carcaças.

Serão focados os seguintes aspectos para o uso de compósitos nestes produtos: a utilização de resíduos de madeiras provenientes de pequenas e médias marcenarias no lugar da chapa de aço, a análise do coeficiente de condutividade térmica do compósito, o aspecto isolamento elétrico dos eletrodomésticos e a facilidade de obter formas diferenciadas do produto.

2 Compósito madeira / plástico nos gabinetes e portas de eletrodomésticos “linha branca”

Compósito Madeira / plástico

Está ocorrendo uma substituição na indústria de madeira, dos produtos de madeira sólida pelos produtos de madeira reconstituída, oriundos de árvores de manejo florestal e também de resíduos processados em outras indústrias de processamento mecânico, possibilitando a ampliação na utilização dos resíduos de madeira e aproveitando as características de tamanho, forma, densidades, e até cores das suas fibras (RAZERA, 2006).

Em virtude desta crescente fabricação de resíduos de madeira se torna crescente o interesse de pesquisadores e empresários na possibilidade de reutilização desses materiais, sendo a produção uma das formas encontradas para diminuir o desperdício e valorizar a matéria-prima é a reutilização dos resíduos na forma de compósito madeira / plástico (YAMAJI, 2004).

O uso de resíduos de madeira também pode oferecer problemas como é o caso da biodegradabilidade e da facilidade de combustão, porém as vantagens também são diversas ao oferecerem opções de formatos e processos de produção que não são possíveis com outros tipos de materiais, além de reduzir o impacto ambiental ao contribuir com a redução do crescimento do lixo urbano, transformando o que seria lixo em matéria-prima novamente (RAZERA, 2006).

Compósitos são materiais de moldagem estrutural, formados por uma fase contínua polimérica (matriz) e reforçada por uma fase descontínua (fibras) que se agregam físico-quimicamente após um processo de *crosslinking* polimérico (cura), sendo aspectos como leveza, flexibilidade, durabilidade, resistência, adaptabilidade algumas das propriedades que garantem aos compósitos o título de produto do futuro (ABMACO, 2009).

Para KOENIG e SYPKENS (2002), compósitos madeira / plástico são uma mistura de madeira com a resina plástica ou ainda produtos elaborados pela mistura de fragmentos de madeira ou de outros materiais lignocelulósicos, aglutinados com adesivos sintéticos ou outro aglomerante sendo o conjunto prensado por tempo suficiente para que ocorra a cura do adesivo.

Enfim, compósito madeira / plástico refere-se a qualquer compósito que contenha madeira (em qualquer forma) e uma resina termofixa ou termoplástica sendo os termoplásticos a forma mais freqüente encontrada nos compósitos madeira / plástico (YAMAJI, 2004).

Os compósitos madeira / plástico começaram a ser desenvolvidos na Alemanha, após a 2ª Guerra Mundial, e na década de 60 ocorreu a grande expansão desta indústria nos EUA, e depois no restante do mundo, entretanto o maior crescimento vem ocorrendo a partir da última década e os principais países produtores de chapas aglomeradas são os Estados Unidos, com 25% da produção mundial, seguido pela Alemanha e Canadá, com 12% . (REMADE, 2007).

As primeiras pesquisas com compósito madeira / plástico foram na década de 50 quando as indústrias automotivas começaram adicionar pó de madeira ao polipropileno na fabricação de algumas partes internas dos carros e no final da década de 80 o compósito madeira / plástico começou a ser usado na fabricação de decks (KOENIG; SYPKENS, 2002).

Uma das causas que impediram o desenvolvimento rápido dos compósitos madeira / plástico foi a distância existente entre a indústria madeireira e o setor de plásticos e outra dificuldade verificada foi que os fabricantes de plástico que tentaram usar a madeira como carga, freqüentemente não tinham conhecimento suficiente sobre a madeira o que fez as tentativas fracassarem e a combinação madeira / plástico ficasse desacreditada (CLEMONS, 2002).

Entretanto, nos últimos tempos as fibras lignocelulósicas estão se tornando alternativa econômica e ecológica para usos como reforços e cargas em compósitos com plásticos, pois suas vantagens como reforço em compósitos poliméricos é a baixa abrasividade aos moldes e equipamentos, o baixo custo e a boa aparência do material (YAMAJI, 2004).

O uso dos compósitos madeira / plástico está crescendo rapidamente e isso se deve às vantagens desse produto em relação à madeira, como não rachar, não empenar, exigir pouca ou nenhuma manutenção e ser facilmente moldado em formas complexas (BRANDT; FRIDLEY, 2003).

As sete empresas fabricantes de aglomerado, no Brasil, produziram aproximadamente 1,5 milhões de metros cúbicos de chapa aglomerada no ano de 2000, o que corresponde a cerca de 2% da produção mundial, colocando o Brasil como 9º maior produtor mundial (REMADE, 2007).

Segundo a Revista Plástico (2009), as vendas de materiais compósitos apresentam um enorme potencial de crescimento e o otimismo se deve às características dessa matéria-prima, pois elas têm propriedades que as tornam vantajosas em dezenas de aplicações quando comparadas a outras matérias-primas hoje ainda aproveitadas em muito maior escala, como aço, madeira e alumínio, por exemplo.

O plástico também tem surgido como uma alternativa de material, porém as matérias-primas utilizadas atualmente na produção de plásticos também são muito dependentes do petróleo, por isso é importante buscar alternativas mais viáveis tanto do ponto de vista ambiental quanto econômico, por este motivo a utilização de fontes renováveis de matérias-primas que não comprometam a subsistência das gerações futuras são muito bem aceitas (USF, 2009).

As fibras naturais, de origem vegetal, são abundantes em nosso país e tornam os plásticos muito mais resistentes possibilitando a sua aplicação em componentes estruturais com maior durabilidade e reduzido impacto ambiental (USF, 2009).

Existe uma perspectiva de aumento do uso do compósito madeira / plástico, pois, dependendo da formulação, pode-se obter produtos com propriedades superiores ao plástico e à própria madeira (KOENIG; SYPKENS, 2002).

Na primeira edição do Seminário Internacional de Compósitos, organizado pela Associação Brasileira de Materiais Compósitos - ABMACO, no estado de São Paulo, apresentou dados relativos ao consumo e crescimento dos compósitos no Brasil, pois no 2006 o segmento movimentou R\$ 1,6 bilhão representando um crescimento em torno de 5,5% em relação ao ano de 2005. Ao todo, foram produzidas cerca de 120 mil toneladas, das quais em torno de 95 mil foram de resinas e 25 mil de reforços gerando 100 mil empregos diretos e 260 mil indiretos. Em todo o mundo, o consumo de materiais compósitos é avaliado em 3,6 milhões de toneladas e de 1981 a 2010, o crescimento médio anual do consumo mundial está previsto na faixa entre 5% e 6%. (REVISTA PLÁSTICO, 2006).

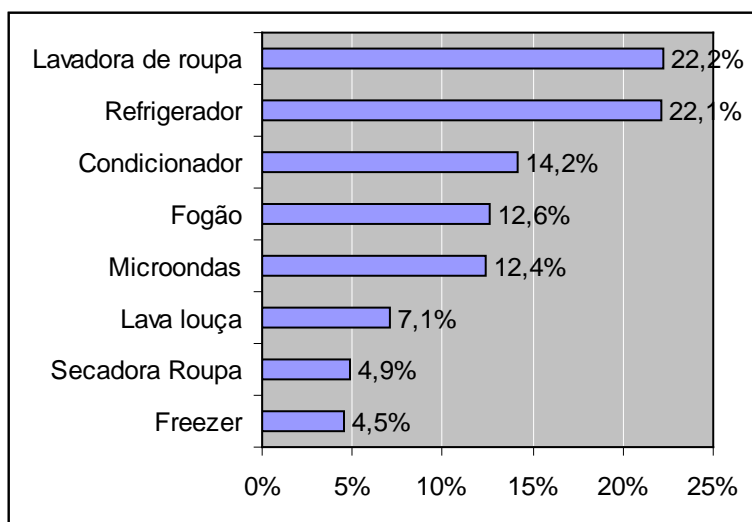
Eletrodomésticos “linha branca”

Tendo por base todos os produtos da indústria de “linha branca”, o Brasil se destaca, ainda, como o principal fabricante da América Latina (CUNHA, 2003).

Nos últimos cinco anos, o setor dirigiu seus esforços para a exportação, que passou a responder por 30% ou mais do faturamento dos fabricantes e todas as grandes multinacionais do setor, como a Whirlpool (Multibrás), Bosch, GE e Electrolux, têm fábricas no Brasil (IBGE, 2009).

O acréscimo das vendas e da produção em 2006 e 2007 dos eletrodomésticos de “linha branca” foram os maiores já registrados desde meados dos anos 90, no início do plano real, a “linha branca” superou neste intervalo a linha marrom com as vendas de refrigeradores, fogões, lavadoras e fornos microondas, gráfico 1 (CNM, 2008).

Gráfico 1: produção mundial de eletrodomésticos de “linha branca”: participação dos principais produtos (2000)
Elaborado a partir de dados da Appliance Magazine



De acordo com a Associação Nacional dos Fabricantes de Produtos Eletroeletrônicos - ELETROS (2009), organização criada em 1996 para representar a indústria de bens de consumo duráveis de Eletrodomésticos e Eletrônicos de Consumo, a categoria de eletrodomésticos é sub-dividida em três tipos: Eletrodomésticos de “linha branca”, eletrodomésticos de linha marrom e eletrodomésticos portáteis.

Em termos mundiais, a indústria de eletrodomésticos, do tipo, “linha branca” agrega os bens de consumo duráveis não portáteis como os fogões, fornos de microondas, refrigeradores e máquinas de lavar e secar (roupas, utensílios de mesa, copa e cozinha), Freezers e condicionadores de ar (RAIS, 2009).

Os eletrodomésticos da linha marrom contam com os seguintes produtos: televisores, vídeo cassetes, DVD Players, aparelhos de áudio (mini-systems, microsystems, CD Players,

Walkmans), Home Theaters, Receivers, Computadores e seus periféricos, Câmeras Digitais e Analógicas, Câmeras de Vídeo, Projetores de imagens, Aparelhos de som automotivos (ELETROS, 2009).

Já a linha de eletrodomésticos portáteis conta com os seguintes produtos: ferro de passar roupa, liquidificador, aspirador de pó, torradeiras, cafeteiras, ventiladores, secadores de cabelo, máquinas de depilação feminina, sanduicheiras, grill elétricos, fornos elétricos de mesa, alisador de cabelos (ELETROS, 2009).

O setor de eletrodomésticos de “linha branca” foi implantado no país na década de 1940, incentivado por programas de substituição de importação de bens de consumo duráveis. Até a década de 1970, essa indústria tinha empresas com predomínio de capital nacional, freqüentemente mantinham uma administração de caráter familiar e a produção era destinada ao mercado interno (SILVA, 2005).

Conforme Cunha (2003), a indústria de eletrodomésticos de “linha branca” pode ser considerada tecnologicamente madura, caracterizada pela existência de inovações incrementais de produto. Essas inovações fazem com que os consumidores sintam que seus aparelhos estejam obsoletos.

Pina (2004) destaca que as mudanças tecnológicas nesse setor ocorrem de forma relativamente lenta e, dessa forma, as condições de competitividade acabam se associando à capacidade de gerenciamento de custos das empresas, ampliando assim, a importância dos novos métodos e técnicas de organização e de gestão da produção e do trabalho que, além de não requererem altos investimentos, ainda colaboram para a implantação de duas das principais estratégias das grandes empresas: redução dos custos e ampliação da qualidade.

A indústria de “linha branca” guarda aspectos interessantes para um estudo desta natureza, pois trata-se de um segmento intensivo em mão-de-obra e, portanto, bastante influenciado pela emergência da globalização, e um setor que tem experimentado um processo de incorporação de novas tecnologias, sobretudo na última década (PERTICARRARI, 2003).

Processo produtivo

Compressão

O processo de moldagem da madeira por compressão tem sido utilizado de várias formas, com o objetivo de reduzir o uso e consumo de componentes metálicos e plásticos dos produtos e podem ser realizados com adesivos termoplásticos ou termofixo, sendo polímeros termofixos os mais utilizados (GARDNER, 2002).

As principais vantagens dos produtos moldados, segundo Gardner (2002), é o ciclo de prensagem curto, grande volume de produção e boa qualidade de superfície e as principais desvantagens são o alto capital inicial de investimento, trabalho intensivo, necessidade de operações secundárias (GARDNER, 2002).

Os componentes básicos para a fabricação de produtos moldados de madeira são partículas de madeira e resina e seu processo de produção é similar ao empregado para fabricação do aglomerado, ou seja, a madeira é reduzida em pequenas partículas de acordo com o tamanho e as especificações do produto, depois passará pela secagem e será misturada com resina no teor desejado (RAZERA, 2006).

Após formado o colchão (resina + madeira), o mesmo é depositado no molde para a fase de consolidação da moldagem, após iniciará o processo de prensagem que consiste de compressão a frio seguida de compressão a quente e este tempo de prensagem deve ser suficiente para que o vapor gerado durante o processo seja liberado pelas bordas da chapa (RAZERA, 2006).

Durante o processo de fabricação podem ser adicionados vários tipos produtos como: catalisador, agente repelente à água, fungicidas, e inseticidas, ou ainda produtos retardantes de fogo e pigmentos coloridos, dependendo das características desejadas para o compósito (GARDNER, 2002).

Apesar dos estudos envolvendo o método de prensagem, de acordo com SPECIALCHEM (2003), o mercado de compósitos madeira / plástico é dominado por extrudados, sendo que as peças injetadas também estão aumentando sua participação no mercado.

Processos de Moldagem

O processo de moldagem é dividido em duas fases: Primeiro, a pré-compressão do material para geração de peças com superfícies de baixa profundidade e depois a compressão capaz de gerar impressão profunda de saliência de forma destacada, consolidando o produto (MOSLEMI, 1974).

O processo de moldagem por compressão de produtos moldados de madeira é realizado de acordo com o esquema básico apresentado na figura 01, e no qual o molde metálico define a forma do produto por compressão e aquecimento (GARDNER, 2002).

Figura 1 - esquema do processo de moldagem a quente



Os moldes são usualmente feitos de aço e formados a partir da combinação de duas partes: macho e fêmea, onde a fêmea é representada pela "cavidade", e o macho, pela parte "saliente" (GUEDES, 1986).

Um aspecto importante no desenho dos moldes para moldagem de peças, produzidas com partículas de madeira aglomeradas, são as aberturas para liberação do vapor, durante a prensagem e estas perfurações devem estar localizadas em pontos estratégicos para evitar a concentração de vapor, e umidade, e como consequência resultam em delaminação das camadas internas do produto (MOSLEMI, 1974).

Os fatores mais importantes para o desenvolvimento de produtos moldados por compressão são os fatores relacionados à geometria do molde como espessura da parede, localização e direção da pressão no molde, prensagem unidirecional ou multidirecional na moldagem (GARDNER, 2002).

E os fatores inerentes ao Processo de Produção são o aquecimento do molde, velocidade de fechamento da prensa, pressão específica (kgf/cm^2), tempo de aquecimento, tempo de cura e tempo de desmoldagem (GARDNER, 2002).

Embora tecnicamente não se tenha limite para o desenvolvimento do design em madeiras, as possibilidades de produtos moldados se ampliam, porém, são necessários alguns cuidados no planejamento das operações para se obter sucesso na fabricação desses produtos, tais como custo baixo para o produto moldado e uma quantidade suficiente de volume de produção para ser capaz de amortizar o custo de equipamentos e moldes (GUEDES, 1986).

3 O design e a aplicação de compósitos de madeira / plástico em vários produtos e segmentos diferentes

Realizando a aplicação de compósitos madeira / plástico em produtos de diferentes é possível concluir que ainda não é utilizada para revestimento de eletrodomésticos de "linha branca", porém já foi utilizada para fabricação de produto da linha marrom, pelo designer Philip Starck, que desenvolveu um *televisor* portátil "Jim Nature", e que foi fabricada pela empresa Saba utilizando madeira de alta densidade e plástico, a partir de moldagem de resina impregnada de serragem e pó de madeira, fixado com parafusos ordinário (CARMEL-ARTHUR, 2000).

Muitos outros produtos tem sido desenvolvidos com estes compósitos e suas aplicações vão desde brinquedos até construções marinhas. Entretanto, YOUNGQUIST (1995) adverte

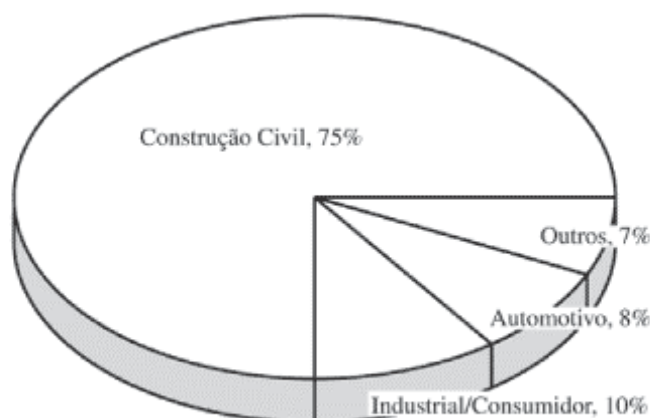
que os compósitos madeira / plástico não são adequados para a produção de produtos com função estrutural.

O compósito madeira / plástico tem uma absorção de água negligenciável, o que torna o produto ideal para aplicações exteriores e para produtos que ficarão expostos a água. O material não apresenta os problemas comuns à madeira, quando submetidas a condições de muita umidade, como rachaduras, empenamentos e apodrecimento. O WPC está sendo utilizado na fabricação de produtos como quiosques, mesas, cadeiras, floreiras, brinquedos de playground e pontes para atender projetos de jardinagem, piscina e área de recreação (KOENIG; SYPKENS, 2002).

Esta indicação de aplicação externa é corroborada por SPECIALCHEM (2003), segundo a qual, as principais aplicações dos compósitos madeira / plástico são em produtos para construção como *decks*, cercas, acabamento para paredes e peças decorativas (portas e janelas). Outras aplicações incluem pisos para uso externo, construções marinhas, interior de automóveis e caminhões, paletes e equipamentos para playground entre outros.

De acordo com Eckert (2000) a maior fatia do mercado de WPC's ainda está na construção civil com materiais do tipo polietilenos, polipropilenos e PVC extrusados com resíduo de madeira na forma de perfis para pisos e assoalhos, batentes de janelas e portas, revestimentos dentre muitas outras aplicações. Estes dados podem ser verificados na figura 05 e são dados que foram apresentados na última conferência sobre compósitos termoplásticos com madeira realizada em Baltimore nos EUA (2000) com inúmeros trabalhos destacando a importância e o interesse no setor a partir da última década.

Figura 2 – Principais mercados para compósitos madeira / plástico nos estados unidos em 2000.



Carlton (2000) cita que a demanda por madeira alternativa está aumentando nos Estados Unidos, pois no ano 2000 os *decks* a base de compósitos madeira / plástico já representavam cerca de 5% do mercado americano de *decks*.

De acordo com AKV-TV (2004), na Alemanha o crescimento do uso de compósitos plásticos com fibras naturais (sisal, juta e madeira entre outras) foi de 5% entre 2002 e 2003 e esses materiais foram empregados principalmente no interior de portas e painéis de automóveis.

Mesmo assim, de acordo com BRITISH PLASTICS & RUBBER (2001), de 1995 a 2000 o consumo de compósitos madeira / plástico no Reino Unido tem crescido a uma taxa próxima a 100% ao ano. No Reino Unido, os *decks* produzidos com compósito madeira / plástico representam 10% do mercado britânico.

4 PESQUISA

Método utilizado

O método aplicado neste trabalho será experimento, com a fabricação de um gabinete para um tipo de eletrodoméstico, que será representado por uma adega refrigerada, semelhante à figura 3. Será desenvolvido em laboratório um projeto diferenciado de uma adega, com formas não semelhantes aos produtos convencionais. Por ser um projeto em fase de pesquisa não foram realizados ainda os experimentos.

Figura 3: Adega Brastemp (usado com a permissão da Brastemp)



Entrevista com empresa do setor de eletrodoméstico

Para conceder maior validade à pesquisa se faz necessário o contato com empresas fabricantes de eletrodomésticos do tipo “linha branca”, por este motivo foi realizado contato inicial com a empresa Brastemp, na cidade de Joinville, e uma visita à fábrica para entrevistar o gerente de design e inovação da empresa o Sr. Antonio Jorge Pietruza, que considerou uma pesquisa válida e de muito interesse para o setor, além de conceder informações importantes para um melhor desenvolvimento desta pesquisa e se dispôs a acompanhar o projeto.

Pietruza (2009) afirma que hoje as empresas de eletrodomésticos utilizam o aço pré-pintado mais por ser uma comodidade e um material tradicional, que acaba gerando um bom preço pela quantidade de compras, porém não descarta a possibilidade de um novo material na linha de produção.

Caracterização dos Materiais

Serão utilizadas partículas homogêneas de madeira de *pinus spp* com referência 2042 e com granulometria controlada; Estas partículas serão procedentes da empresa Inbrasfama - Ind. Brasileira de Farinha de Madeira Ltda., localizada em São José dos Pinhais na região metropolitana de Curitiba, Estado do Paraná. O material é produzido a partir de resíduos como serragens, cepilhos e aparas de madeiras.

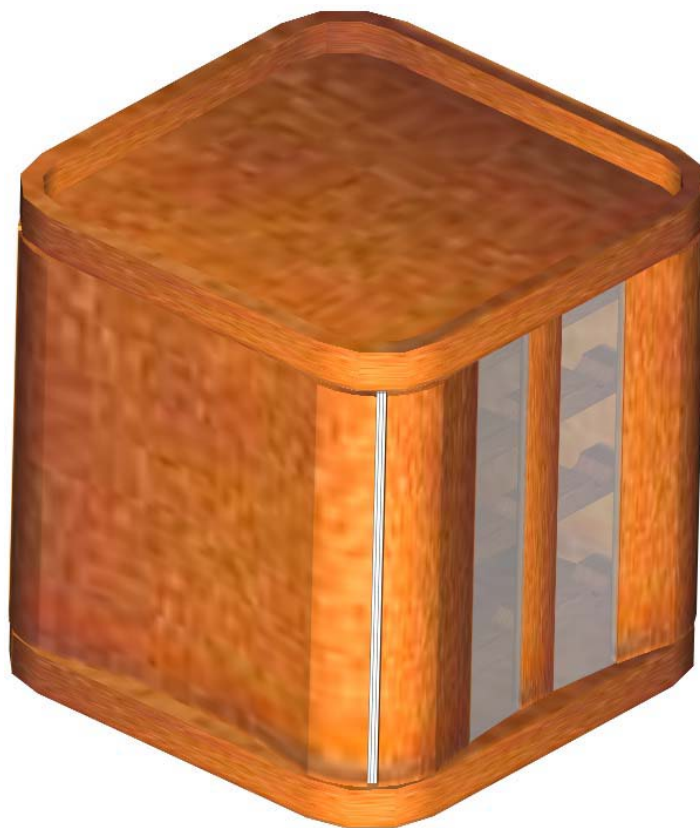
Para pesquisa com eletrodomésticos de “linha branca” será mais interessante utilizar fibras longas (partículas de madeira) que concederão uma maior resistência ao produto e um menor peso. Serão também utilizados os seguintes tipos de resinas termorrígidas: Melamina-Uréia-Formol (MUF).

Desenvolvimento do produto

Para a pesquisa foi necessário o desenvolvimento de um produto que seja, hoje, uma componente da linha branca. Com base nisto a adega abaixo, figura 04 foi desenvolvida, com formas curvas e contemplando algumas diferenciações das adegas tradicionais. Para analisar

a possibilidade de trabalhar curvas com o compósito madeira/plástico a adega em estudo possui formas arredondadas em todas as suas 04 laterais.

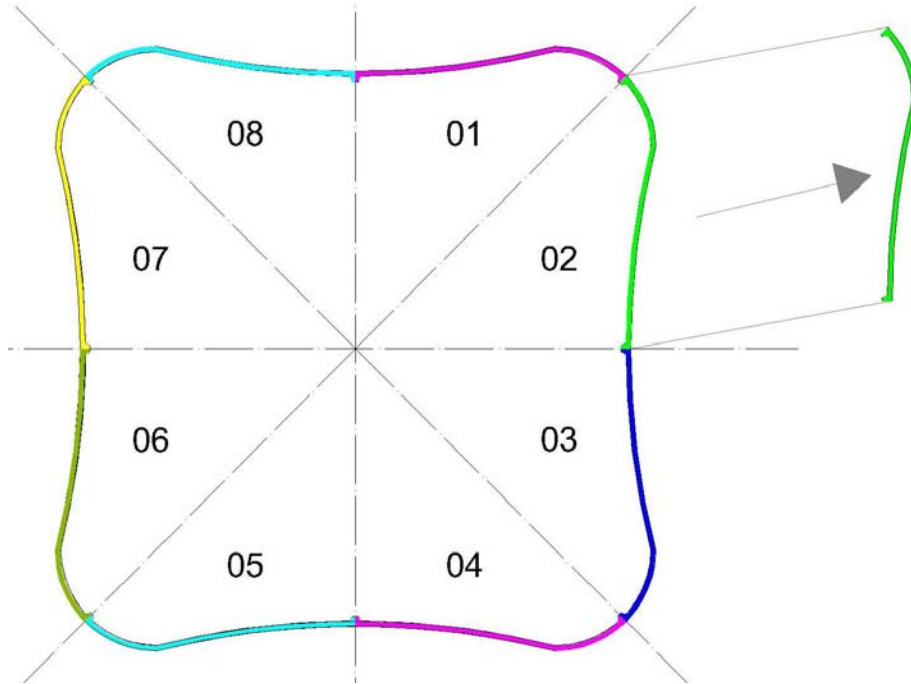
Figura 4: Projeto de adega



É possível visualizar as suas formas também na figura 05, que representa um corte horizontal da adega e demonstra as laterais e seus formatos. Ainda nesta figura é possível verificar que as laterais da adega são todas compostas por um igual ângulo, ou melhor, este produto também busca uma otimização de moldes, pois com apenas um molde, que equivale a metade de uma lateral, será possível construir todas as quatro laterais, que são iguais. Para realizar a junção das laterais será necessário que a peça (cada 1/8 das laterais) contenha uma aba de cada lado, que será proporcional à aba existente na outra peça que fará junção com ela.

Da mesma forma, para o tampo e para a base da adega, será necessário a realização de apenas um molde, pois as duas peças também serão iguais, apenas nos sentidos opostos e com utilizações diferentes. Pois, o tampo servirá para acomodar garrafas e servir bebidas, enquanto que a base servirá para esconder os rodízios e para enrolar o fio que liga a adega à tomada de energia. Com esta utilização do tampo como suporta para garrafas, será possível a conclusão de que utilizando compósito não existe o risco de choque elétrico ao tocar o produto (adega) e nem de utilizar material úmido em contato com ela.

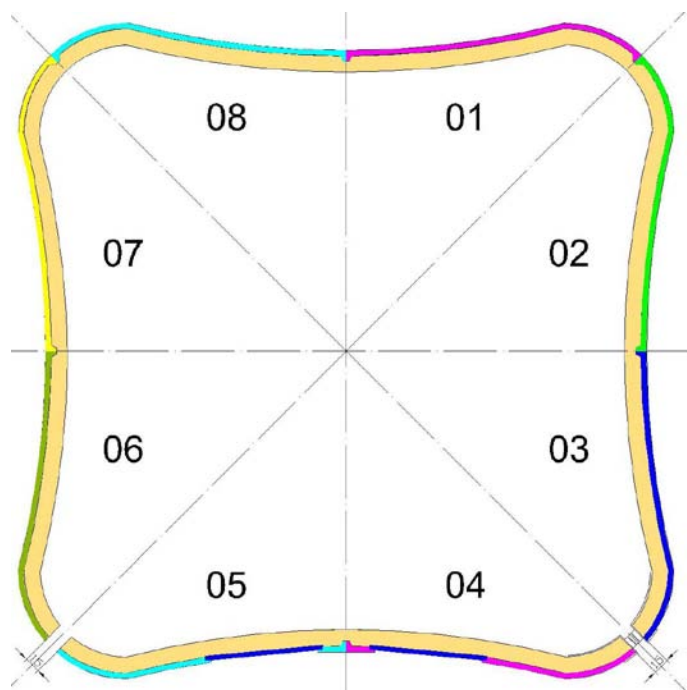
Figura 5: Projeto das laterais da adega



Nas peças laterais 03, 04, 05 e 06 serão retiradas as abas que ficam localizadas nos cantos das adegas para ser possível a colocação das borrachas. A largura de cada aba é equivalente a metade do espaço necessário para a instalação de borracha de geladeira, portanto a retirada das duas abas entre as peças 03 e 04 e entre as peças 05 e 06 serão o suficiente para a colocação da borracha dos dois lados da peça. Na parte superior e na parte inferior não será necessário o corte da peça para instalação das borrachas.

Outro corte a ser realizado será para instalação de duas filas de vidro na frente da adega, figura 06. Este aspecto também será avaliado, que é a análise de corte e de acabamento com o compósito de madeira/plástico.

Figura 6: Projeto das laterais da adega, envolvidas em poliuretano



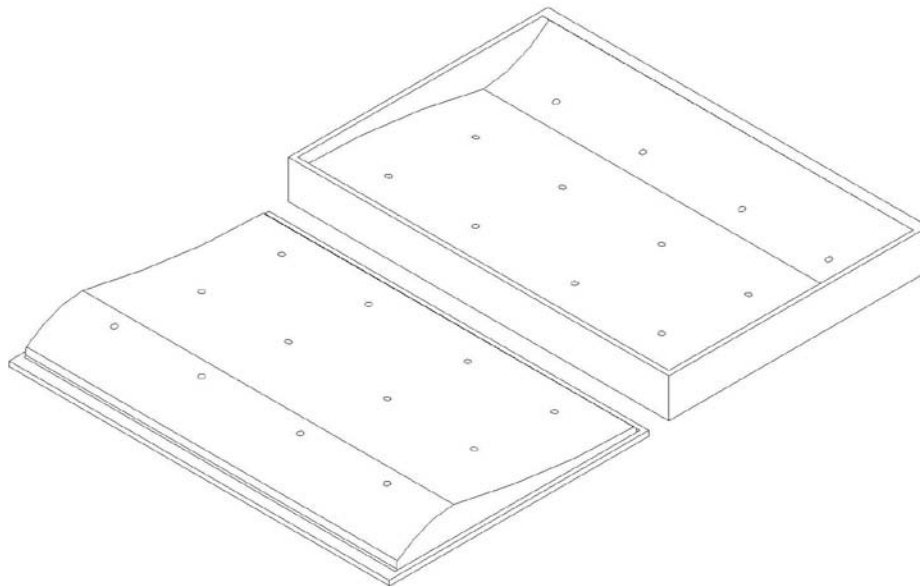
As abas das laterais ficarão na parte interna da adega e serão completamente envolvidas na injeção do poliuretano, o que evitará a ponte do interior climatizado da adega com o meio externo, figura 06.

Desenvolvimento do molde

A pesquisa inicial abrangerá apenas a fabricação das laterais com compósito madeira/plástico, sendo o tampo e a base fabricados com outro material, também compósito, do tipo MDF ou OSB. O Molde será composto de duas peças, macho e fêmea, e fabricado com alumínio através de prototipagem rápida, que garantirá um melhor acabamento ao produto, figura 7. As duas partes do molde conterão orifícios para comunicação com o meio externo no momento da prensagem, para liberar vapor, expulsando desta forma a água em excesso do colchão de partículas. O vapor de água também será retirado pelas laterais, ou espaço entre as duas peças do molde.

Após o desenvolvimento do projeto da adega e a definição do formato das peças, como foi apresentado acima, segue a fabricação do molde, que possuirá detalhes de ranhuras leves e simples para permitir detalhes nas peças que montarão a lateral da adega. As bordas do molde, também terão a função de cortar as bordas de material excedente do produto moldado.

Figura 7: Molde em alumínio



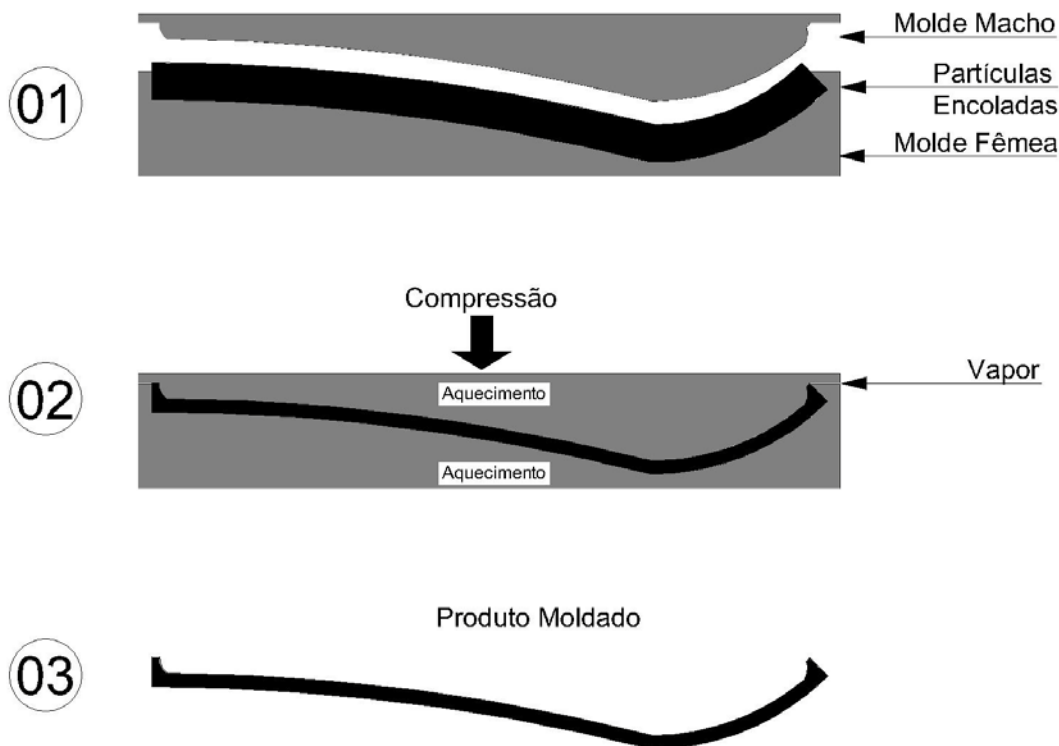
Processo de produção a ser utilizado

Será utilizado compressão como processo de produção. Através de moldes (metálicos) macho e fêmea, a quente, e com temperaturas solicitadas nas especificações técnicas para cura dos polímeros.

A quantidade de produto que deverá ser colocada para se alcançar uma lateral com densidade própria para ser utilizada em produtos da indústria de linha branca de refrigeração, será medida apenas após os testes em laboratório.

Para a fabricação das peças da adega, é possível considerar três passos no processo de moldagem: 1º - As partículas de madeira encoladas pelas resinas, formarão um colchão que será colocado no molde. 2º - Serão prensadas sob condições específicas de calor. A mistura irá liberar água que será retirada do molde em formato de vapor, e por fim, 3º passo, estará formada a peça figura 08.

Figura 8: compressão de partículas



A espessura desejada para as peças fabricadas será de 5mm e será possível apenas a fabricação de uma peça da lateral, 1/8 de toda a lateral da adega, por vez. A previsão para cada prensagem é de aproximadamente 15min.

Durante a fabricação e testes em laboratório algumas variáveis serão consideradas: como variáveis dependentes são consideradas a impermeabilidade, o isolamento elétrico e a uniformidade (homogeneidade) das partículas. E como variáveis Independentes podem ser listadas a proporção entre partículas de madeira e a resina, a eletricidade e a umidade.

5 CONCLUSÃO

O desenvolvimento tecnológico possibilitou o aumento no poder de interferência do homem sobre o meio ambiente e a industrialização, a popularização de produtos e serviços que garantem conforto e bem estar, porém, ao mesmo tempo, esse sistema de produção e consumo causou e continua causando impactos ao meio ambiente, como a extinção de recursos naturais e aumento na geração de resíduos.

O design voltado para o meio ambiente não deixa de desenvolver produtos com qualidade, competitividade e apelo comercial, mas ao mesmo tempo, procura minimizar danos ambientais considerando o ciclo de vida do produto, reduzindo o uso de recursos naturais, escolhendo processos de baixo impacto, otimizando a vida do produto, estendendo a vida dos materiais e facilitando a desmontagem.

Desta forma a procura por materiais alternativos para a fabricação de produtos, pode ajudar a minimizar estes danos ambientais, como é o caso da utilização de compósitos madeira / plástico, pois o uso de material deste tipo reduz inclusive o consumo de energia, já que é processado a temperaturas bem abaixo das do aço e do alumínio, que além de consumirem muita energia, ainda geram gases do efeito estufa.

Após estes testes serem realizados em laboratório, uma seqüência de estudos será encaminhada, pois serão analisada os benefícios e as desvantagens de se utilizar resíduos de madeira e plástico na fabricação de carcaças de eletrodomésticos.

Será possível avaliar o quanto de poliuretano, material para isolamento térmico utilizado em geladeiras, freezer, adegas e demais produtos para refrigeração, poderá ser reduzido, uma vez que a espessura da madeira é bem superior a do aço utilizada nos produtos, além do que a madeira já é um isolante térmico natural.

O aspecto isolamento elétrico é muito interessante de estudar em um produto como este, em virtude as grande quantidade de casos de pessoas afetadas por choques em eletrodomésticos, portanto confirmar a produção de uma peça que está exposta a umidade e também está conectada a uma tomada de energia sem perigo de causar choque elétrico por contato indireto, ou seja, ao tocar a peça, é de grande valia.

A forma arredondada do produto irá confirmar a possibilidade de trabalhar com formar sinuosas na madeira, o que o aço não permite nos eletrodomésticos.

Também será possível avaliar a quantidade de madeira que será necessário para a fabricação de uma peça de adega e quanto de aço este processo irá economizar. Ainda em termos financeiros, é possível desdobrar a pesquisa no aspecto industrial, realizando os cálculos do custo efetivo para a produção de um produto da linha branca com carcaça em madeira e qual seria o valor repassado para os consumidores. Todos são cálculos possíveis e de comparação com o os produtos fabricados com chapas de aço.

Assim como a forma, o aspecto financeiro, a proteção ambiental e pessoal um aspecto que pode ser considerado um dos mais importantes neste processo é a reação do consumidor, ou melhor, o lado cultural, a relação design x cultura. Como pode ser a relação de um consumidor com um produto desenvolvido com sobras de madeira e de plástico e qual classe social irá aceitar melhor este tipo de produto.

Todas estas questões são para estudos seguintes à realização do experimento, que demonstra ser muito mais profundo do que pode ser relatado.

Referências

- AKV-TV **Consolidation of Natural Fibre Composite Use in German Automotive Industry**. Disponível em: <<http://www.netcomposites.co.uk/news>> Acesso em: 02 nov. 2004.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CONSCIENTIZAÇÃO PARA OS PERIGOS DA ELETRICIDADE ABRACOPEL – Disponível em <[http:// www.abracopel.org.br](http://www.abracopel.org.br)> Acesso em 27/04/2009
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE PAINÉIS DE MADEIRA – **ABIPA**. Disponível em: <<http://www.abipa.org.br>> Acesso em 01/05/2008.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE MATERIAIS PLÁSTICOS COMPOSTOS – **ABMACO** – Disponível em <[http:// www.abmaco.org.br](http://www.abmaco.org.br)> Acesso em 25/02/2009.
- ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE FABRICANTES DE PRODUTO ELETROELETRÔNICO E ELÉTRICO - **ELETROS** – Disponível em <[http:// www.cnmcut.org.br](http://www.cnmcut.org.br)> Acesso em 11/02/09.
- BRANDT, C.W.; FRIDLEY, K.J. Effect of load rate on flexural properties of wood-plastic composites. **Wood and Fiber Science**, v.35, n.1,p.135-147, 2003.
- BRASTEMP** – Disponível em: <[http:// www.brastemp.com.br](http://www.brastemp.com.br)> Acesso em 10/02/2009
- BRITISH PLASTICS & RUBBER. **Growth in consumption of extruded wood-plastic composites**. London: MCM Publishing Ltd., v.may, p.26, 2001.
- CARLTON, J. Wood-plastic. **The Wall Street Journal Americas**. New York, 03 abr. 2000.
- CARMEL-ARTHUR, Judith. **Philip Starck**. Carlton Books Limited. London, 2000.
- CLEMONS, C. Wood-plastic composites in the United States. **Forest Products Journal**, v.52, n.6, p.10-18, 2002.
- CONFEDERAÇÃO NACIONAL DOS METALÚRGICOS – **CNM/CUT** – Disponível em <<http://www.cnmcut.org.br>> Acesso em 11/02/09

- CUNHA, Adriana Marques. **As novas cores da linha branca: os efeitos da desnacionalização da indústria brasileira de eletrodomésticos nos anos de 1990**. Tese de doutorado apresentado a Unicamp para obtenção de título de doutor em ciências Econômicas. São Paulo, 2003.
- ECKERT, C. H. **Market Opportunities for natural fibres in plastics composites**. In: Proceedings of the Wood-Plastic Conference, p. 87-106, Baltimore, USA (2000)
- GARDNER, D. J. **Compression Molding Wood-Polymer Hybrid Composites**. 2002.
- GUEDES, B. FILKANSKAS, M. **O Plástico**. Livros Érica Ltda. São Paulo, 1986.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – **IBGE** - Disponível em: <<http://www.ibge.com.br>> Acesso em 21/02/2009.
- JANKOWSKY, Luciana. **Atividade farmacológica de extratos obtidos a partir de resíduos madeireiros**. Dissertação apresentada ao Instituto de Biologia para obtenção do título de Doutor em Biologia Celular e Estrutural. São Paulo, 2005.
- KOENIG, K.M.; SYPKENS, C.W. Wood-plastic composites vie for market share. **Wood and Wood Products**, v.107, n.5, p.49-58, 2002.
- MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR - **MDIC**. Disponível em: <<http://www.mdic.gov.br/sitio>> Acesso em 07/04/2008.
- MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO – MTE – Disponível em <<http://www.mte.gov.br>> Acesso em 21/04/2009.
- MOSLEMI, A.A. Particleboard. Carbondale and Edwardsville: Southern Illinois University Press, 1974.
- PERTICARRARI, Daniel. Reestruturação produtiva e emprego na indústria de linha branca no Brasil. Dissertação apresentada ao Instituto de Geociências como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Política Científica e Tecnológica. **SÃO PAULO, 2003**.
- PIETRUZA, A.J. Entrevista concedida a Sônia Veroneze. Joinville, SC (2009)
- PINA, Ana Maria Bezerra. **Inovações e Trabalho: Percepção de trabalhadores e gerentes em uma empresa de linha branca**. Dissertação apresentada ao instituto de geociências para obtenção do título de mestre em Política Científica e Tecnológica. São Paulo, 2004.
- PROGRAMA CASA SEGURA – Disponível em <http://www.programacasasegura.org>. Acesso em 21/04/2009.
- RAZERA, Dalton Luiz. **Estudo sobre as interações entre as variáveis do processo de produção de painéis aglomerados e produtos moldados de madeira**. Tese apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de “Doutor em Ciências Florestais”. Curitiba, 2006.
- RELAÇÃO ANUAL DE INFORMAÇÕES SOCIAIS – RAIS – Disponível em <<http://www.rais.gov.br>> Acesso em 21/04/2009.
- REVISTA DA MADEIRA – REMADE – Disponível em <http://www.remade.com.br> Acesso em 12/2008.
- REVISTA PLÁSTICO** – Disponível em <<http://www.plastico.com.br/revista>> Acesso em 15/03/2009.
- SANTOS, A. ; TANURE, Raffaella Leane Zenni. **Proposta de Check-list de Design Sustentável para Análise Conceitual de Produtos**. In: 3rd International Conference on Design Research, 2005, Rio de Janeiro. Proceedings of the 3rd International Conference on Design Research, 2005.
- SPECIALCHEM. **Additive developments aid growth in wood-plastic composites**. Disponível em: <<http://www.specialchem4polymers.com>> Acesso em: 15 Fev. 2009.
- UNIVERSIDADE SÃO FRANCISCO – **USF** – Disponível em <<http://www.usf.com.br>> Acesso em 25/02/2009.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL – **UFMS** – Disponível em <<http://www.del.ufms.br/Materiais>> Acesso em 25/04/2009.
- YAMAJI, F. M. **Produção de compósito plástico-madeira a partir de resíduos da indústria madeireira**. Tese (Doutor em Ciências Florestais) - UFPR, Curitiba, 2004.
- YOUNGQUIST, J.A. The marriage of wood and nonwood materials. **Forest Products Journal**, v.45, n.10, p.25-30, 1995.

ⁱ Universidade Federal do Paraná – UFPR, Brasil, soniaveroneze@yahoo.com.br.

ⁱⁱ Universidade Federal do Paraná – UFPR, Brasil, daltonrazera@ufpr.br.